

26.06.03

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 6月27日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-187566  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2002-187566]

REC'D 15 AUG 2003	
WIPO	PCT

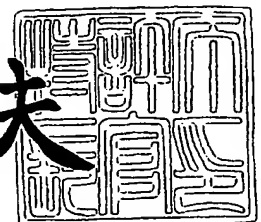
出願人 株式会社日立国際電気  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 20210055A

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/205

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 14 番 20 号 株式会社日立  
                                国際電気内

    【氏名】 尾崎 貴志

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 14 番 20 号 株式会社日立  
                                国際電気内

    【氏名】 寿崎 健一

【特許出願人】

    【識別番号】 000001122

    【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気

【代理人】

    【識別番号】 100085637

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 梶原 辰也

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 015510

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板をボートによって保持するステップと、前記基板を保持したボートを大気圧よりも低い圧力下で処理室に搬入するステップと、前記処理室において前記ボートによって保持された基板を処理するステップとを備えており、前記ボートの前記基板保持面には前記基板との接触面積が前記基板保持面の面積よりも小さい凸部が形成されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造方法、特に、半導体集積回路装置（以下、ICという。）の製造方法であって、例えば、半導体素子を含む集積回路が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという。）にドーパドポリシリコン（Doped-Poly Si）膜やノンドーパドポリシリコン（NonDoped-Poly Si）膜や窒化シリコン（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）膜や酸化シリコン（SiO<sub>x</sub>）膜等の膜を熱CVD装置を使用して堆積（デポジション）させる工程に利用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

ICの製造方法においては、ウエハにドーパドポリシリコン膜やノンドーパドポリシリコン膜や窒化シリコン膜や酸化シリコン膜等のCVD膜を形成する工程にバッチ式縦形ホットウオール形減圧CVD装置が、広く使用されている。バッチ式縦形ホットウオール形減圧CVD装置（以下、CVD装置という。）は、ウエハが収容されるインナチューブおよびインナチューブを取り囲むアウトチューブから構成されて縦形に設置されたプロセスチューブと、プロセスチューブによって形成された処理室に成膜ガス等を供給するガス供給管と、処理室を真空排気する排気管と、プロセスチューブ外に敷設されて処理室を加熱するヒータユニットと、複数枚のウエハを複数段の保持溝によって保持して処理室に対して搬入搬出するボートと、処理室への搬入搬出に対してボートが待機する待機室とを備えて

おり、待機室において複数枚のウエハがポートに装填（ウエハチャージング）された後に、待機室から予熱された処理室に搬入（ポートローディング）され、処理室に成膜ガスがガス供給管から供給されるとともに、処理室が所定の熱処理温度にヒータユニットによって加熱されることにより、ウエハの上にCVD膜が堆積するように構成されている。

### 【0003】

従来のこの種のCVD装置においてポートローディングする方法としては、処理室および待機室が共に大気圧の状態ポートローディングする方法と、処理室および待機室を窒素（ $N_2$ ）ガスに置換（パージ）してポートローディングする方法と、処理室および待機室を真空中に排気してポートローディングする方法とがある。処理室および待機室が共に大気圧の状態ポートローディングする方法においては、ポートローディング時に自然酸化膜が生成し易いため、ICの製造方法の歩留りに悪影響が及ぶという問題点がある。処理室および待機室を窒素ガスに置換してポートローディングする方法においては、大気圧の状態ポートローディングする場合に比べて自然酸化膜の生成を抑制することができるが、置換された窒素ガスから完全に酸素（ $O_2$ ）を除去することはできないためにある程度自然酸化膜は増加してしまう。処理室および待機室を真空中に排気してポートローディングする方法においては、酸素を略完全に除去することができるため、窒素ガス雰囲気下でポートローディングする方法に比べて、自然酸化膜の増加をさらに抑制することができる。

### 【0004】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、処理室および待機室を真空中に排気してポートローディングする場合には、パーティクルが発生することが究明された。すなわち、ウエハが予熱された処理室にポートローディングされる際には、ウエハの温度がヒータに近い側である周辺部から上昇し遠い側である中央部が遅れて上昇することによるウエハ面内の温度差とウエハの自重との関係により、ウエハは凹形状に反ることが知られている。このウエハの反りに伴って、ポートのウエハ保持溝の保持面とウエハの下面における周辺部の被保持面とが擦れ合う。この際、処理室および待機室が

真空中に排気されていると、ウエハの被保持面とボートの保持面との摩擦力が大きくなるため、前の工程でウエハの下面に被着された被膜が剥離される。剥離された被膜はパーティクルとなって保持溝の保持面から溢れ落ちて、直下のウエハにおける IC が作り込まれる面である上面に付着するため、IC の製造方法の歩留りを低下させる。

#### 【0005】

本発明の目的は、減圧下での基板の被保持面からのパーティクルによる歩留りの低下を防止することができる半導体装置の製造方法を提供することにある。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る半導体装置の製造方法は、基板をボートによって保持するステップと、前記基板を保持したボートを大気圧よりも低い圧力下で処理室に搬入するステップと、前記処理室において前記ボートによって保持された基板を処理するステップとを備えており、前記ボートの前記基板保持面には前記基板との接触面積が前記基板保持面の面積よりも小さい凸部が形成されていることを特徴とする。前記した手段によれば、ボートの基板保持面の凸部と基板の被保持面との間に摩擦が発生して基板の被膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルはボートの基板保持面に受け止められることにより基板に落下するのを防止されるため、基板の被膜の剥離による歩留りの低下を防止することができる。

#### 【0007】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施の形態を図面に即して説明する。

#### 【0008】

本実施の形態においては、本発明に係る半導体装置の製造方法における成膜工程は、図1および図2に示されたCVD装置（バッチ式縦形ホットウォール形減圧CVD装置）によって実施される。図1および図2に示されたCVD装置は中心線が垂直になるように縦に配されて固定的に支持された縦形のプロセスチューブ11を備えており、プロセスチューブ11はインナチューブ12とアウトチューブ13とから構成されている。インナチューブ12は石英ガラスまたは炭化シリ

コン (SiC) が使用されて円筒形状に一体成形され、アウトチューブ 13 は石英ガラスが使用されて円筒形状に一体成形されている。インナチューブ 12 は上下両端が開口した円筒形状に形成されており、インナチューブ 12 の筒中空部はボートによって垂直方向に整列した状態に保持された複数枚のウエハが搬入される処理室 14 を形成している。インナチューブ 12 の下端開口は被処理基板としてのウエハを出し入れするための炉口 15 を構成している。したがって、インナチューブ 12 の内径は取り扱うウエハの最大外径よりも大きくなるように設定されている。アウトチューブ 13 は内径がインナチューブ 12 の外径よりも大きく上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されており、インナチューブ 12 にその外側を取り囲むように同心円に被せられている。インナチューブ 12 の下端とアウトチューブ 13 の下端との間は円形リング形状に形成されたマニホールド 16 によって気密封止されており、マニホールド 16 が CVD 装置の筐体 31 によって支持されることにより、プロセスチューブ 11 は垂直に据え付けられている。

#### 【0009】

マニホールド 16 の側壁の上部には真空ポンプ等からなる排気装置 (図示せず) に接続された排気管 17 が接続されており、排気管 17 はインナチューブ 12 とアウトチューブ 13 との間に形成された隙間からなる排気路 18 に連通した状態になっている。排気路 18 はインナチューブ 12 とアウトチューブ 13 との隙間によって横断面形状が一定幅の円形リング形状に構成されており、排気管 17 はマニホールド 16 に接続されているため、排気路 18 の最下端部に配置された状態になっている。マニホールド 16 の側壁の下部にはガス供給管 19 がインナチューブ 12 の炉口 15 に連通するように接続されており、ガス供給管 19 には成膜ガスや不活性ガスの供給源 (図示せず) が接続されるようになっている。ガス供給管 19 によって炉口 15 に供給されたガスは、インナチューブ 12 の処理室 14 を流通して排気路 18 を通って排気管 17 によって排気される。マニホールド 16 の下端面には処理室 14 を閉塞するシールキャップ 20 が下側から当接されるようになっている。シールキャップ 20 はマニホールド 16 の外径と略等しい円盤形状に形成されており、ボートエレベータ (図示せず) によって垂直方向

に昇降されるように構成されている。

#### 【0010】

シールキャップ 20 の中心線上には被処理基板としてのウエハ 1 を保持するためのボート 21 が垂直に立脚されて支持されるようになっている。ボート 21 は全体的に石英または炭化シリコンが使用されて構成されており、上下で一对の端板 22、23 と、両端板 22、23 間に架設されて垂直に配設された複数本（図示例では三本）の保持部材 24 とを備えている。各保持部材 24 には多数条の保持溝 25 が長手方向に等間隔に配されて互いに対向して開口するように刻設されており、図 2 および図 3 に示されているように、各保持溝 25 の上向き面から構成された保持面 26 の外周縁辺（エッジ）には R 面取り部 27 が施されている。R 面取り部 27 の曲率半径は 1 mm 以上に設定されている。さらに、保持面 26 の中央部には半球形状に形成された凸部 28 が突設されている。ウエハ 1 は複数本の保持部材 24 相互間の同一の段の保持溝 25 に外周部を挿入されて、その下面における周辺部の複数箇所（本実施の形態においては三箇所）を保持面 26 の凸部 28 によって受けられることによって保持される。各保持溝 25 によってそれぞれ保持された状態において、複数枚のウエハ 1 はボート 21 に水平にかつ互いに中心を揃えて整列された状態になる。

#### 【0011】

アウトチューブ 13 の外部にはプロセスチューブ 11 内を加熱するヒータユニット 30 が、アウトチューブ 13 の周囲を包囲するように同心円に設備されており、ヒータユニット 30 はプロセスチューブ 11 内を全体にわたって均一または予め設定された温度分布に加熱するように構成されている。ヒータユニット 30 は CVD 装置の筐体 31 に支持されることにより垂直に据え付けられた状態になっている。図 1 に示されているように、筐体 31 はヒータユニット設置室 32 と、ボート 21 が処理室 14 に対しての搬入搬出に待機する待機室 33 とを備えており、待機室 33 はロードロック方式（ゲートバルブ等の隔離バルブを用いて処理室と搬入搬出室とを隔離し、処理室への空気の流入を防止したり、温度や圧力等の外乱を小さくして処理を安定化させる方式）に構築されている。筐体 31 の待機室 33 の側壁には待機室 33 を排気する排気管 34 と、待機室 33 にパージガ

スとしての窒素ガスを供給する窒素ガス供給管 35 とがそれぞれ接続されており、待機室 33 の他の側壁にはゲートバルブによって開閉されるウエハ搬入搬出口が開設されている。なお、待機室 33 の内部にはシールキャップ 20 を昇降させるボートエレベータ（図示せず）が設置されている。

#### 【0012】

次に、前記構成に係る CVD 装置を使用した本発明の一実施の形態である IC の製造方法の成膜工程を説明する。

#### 【0013】

複数枚のウエハ 1 がボート 21 に装填されるウエハチャージングステップにおいては、図 1 に示されているように、ボート 21 が待機室 33 に待機された状態で、複数枚のウエハ 1 がボート 21 にウエハ移載装置 (wafer transfer equipment) によって装填されて行く。この際、待機室 33 は窒素ガス供給管 35 によって供給された窒素ガスによってパージされている。また、例えば、ウエハ 1 の表面にはドーパドポリシリコン膜 2 が前の成膜工程において被着されている。ドーパドポリシリコン膜 2 は比較的脆いために剥離し易い。

#### 【0014】

所定の枚数のウエハ 1 が装填されたボート 21 が処理室 14 にボートローディングされるボートローディングステップにおいては、ボート 21 はボートエレベータによって差し上げられてインナチューブ 12 の炉口 15 から処理室 14 にボートローディングされて行き、図 2 に示されているように、炉口 15 を気密シールしたシールキャップ 20 に支持されたままの状態、処理室 14 に存置される。このボートローディングに際して、処理室 14 は 200 Pa に排気管 17 によって排気され、待機室 33 も 200 Pa に排気管 34 によって排気される。また、処理室 14 は熱処理温度（例えば、530℃）に維持されている。

#### 【0015】

処理室 14 においてボート 21 によって保持されたウエハ 1 を処理する処理ステップにおいては、処理室 14 の内部が所定の真空度（110 Pa）に排気管 17 によって排気される。次いで、処理ガス 36 が処理室 14 にガス供給管 19 によって供給される。供給された処理ガス 36 はインナチューブ 12 の処理室 14 を



上昇し、上端開口からインナチューブ12とアウトチューブ13との隙間によって形成された排気路18に流出して排気管17から排気される。予め設定された処理時間が経過すると、シールキャップ20が下降されて処理室14の炉口15が開口されるとともに、ボート21に保持された状態でウエハ1群が炉口15からプロセスチューブ11の外部に搬出（ボートアンローディング）される。

#### 【0016】

以上の成膜工程において、ウエハ1が処理温度に維持された処理室14にボートローディングされる際には、ウエハ1の温度はヒータユニット30に近い側である周辺部から上昇し遠い側である中央部が遅れて上昇する状態になり、このウエハ1の面内の温度差とウエハ1の自重との関係により、ウエハ1は凹形状（中央部が下がり周辺部が上がった形状）に反る現象が起こる。このウエハ1の反りに伴って、ボート21の保持溝25の保持面26とウエハ1の下面における周辺部の被保持面とが擦れ合うため、前の成膜工程で被着された脆弱なドーパドポリシリコン膜2等の膜が剥離する。剥離したドーパドポリシリコン膜2はパーティクルとなって保持溝25の保持面26から溢れ落ちて、直下のウエハ1におけるICが作り込まれる面である上面に付着するため、ICの製造方法の歩留りを低下させる原因になる。

#### 【0017】

しかし、本実施の形態においては、ウエハ1は保持溝25の保持面26の中央部に突設された凸部28によって保持面26から浮き上げられた状態で保持されているため、ボート21の凸部28とウエハ1の被保持面との間に摩擦が発生してドーパドポリシリコン膜2等の膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルはボート21の保持面26に落下して受け止められることによりウエハに落下するのを防止される。つまり、ボート21の凸部28とウエハ1の被保持面との間に摩擦が発生してドーパドポリシリコン膜2等の膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルは直下のウエハ1におけるICが作り込まれる面である上面に付着するのを防止することができるため、パーティクルの発生によるICの製造方法の歩留りの低下を防止することができる。

#### 【0018】

図4は保持面の形状とパーティクルの増加量との関係を示すグラフである。ここで、パーティクルの増加量とは処理前のパーティクル量に対する処理後のパーティクルの増加量を意味する。図4において、縦軸には0.16  $\mu\text{m}$ のパーティクルの増加個数が取られており、横軸には凸部の無い従来の場合と、凸部の有る本実施の形態の場合とが示されている。各場合における棒TOPはボートのトップ部におけるパーティクルの増加個数を示し、棒BOTTOMはボートのボトム部におけるパーティクルの増加個数を示している。なお、実験条件は各場合相互において同一であり、ボートローディングステップにおける処理室14の温度は530℃に設定し、待機室33および処理室14の圧力は200 Paに設定した。図4によれば、本実施の形態においては、トップ部およびボトム部のいずれについてもパーティクルの増加個数を20個以下に低減することが理解される。

#### 【0019】

図5はパーティクルの分布図であり、(a)は凸部の無い従来の場合を示しており、(b)は凸部の有る本実施の形態の場合を示している。図5(a)に示された凸部の無い従来例の場合においては、パーティクルが保持部材24に対応する部位に偏在している。これに対して、図5(b)に示された凸部の有る本実施の形態の場合においては、パーティクルが保持部材24に対応する部位に偏在せず、全体的に散在している。これはパーティクルが保持面26に受け止められることにより、ウエハ1の上面に落下していないことを示しているものと、考察される。

#### 【0020】

ところで、ボートローディングステップにおける待機室および処理室の圧力が低くなるほどパーティクルの発生量が多くなり、高くなるほどパーティクルの発生量が少なくなる。図4の場合においては、ボートローディングステップにおける待機室33および処理室14の圧力は200 Paと低く設定されているが、パーティクルの増加個数は20個以下に抑制されている。したがって、本実施の形態に係るボートローディングステップにおける待機室33および処理室14の圧力は、200 Pa以上に設定することが望ましい。

#### 【0021】

但し、ポートローディングステップにおける待機室 33 および処理室 14 の圧力をむやみに高くすると、処理ステップにおける処理圧力（本実施の形態においては、 $110\text{ Pa}$ ）との差が大きくなることにより、圧力調整時間が長くなってしまう。また、圧力を高く設定し過ぎると、自然酸化膜の増加を十分に抑制することができなくなってしまう。例えば、ポートローディングステップにおける圧力を比較的に高い圧力である大気圧（約  $1013\text{ hPa}$ ）に設定すると、圧力調整に時間がかかりスループットに悪影響が及ぶことになり、また、自然酸化膜の抑制も不十分になる。そのため、ポートローディングステップにおける待機室 33 および処理室 14 の圧力は大気圧よりも低い圧力、例えば、 $3000\text{ Pa}$  以下とすることが好ましい。大気圧よりも低い圧力、好ましくは  $3000\text{ Pa}$  以下に設定すれば、ポートローディングステップから処理ステップへの以降に際しての圧力調整時間をスループットに影響を及ぼさない程度の時間とすることができ、しかも、自然酸化膜の生成を十分に防止することができる。要するに、ポートローディングステップにおける待機室および処理室の圧力は、 $200\text{ Pa}$  以上で大気圧未満、好ましくは  $200\text{ Pa}$  以上で  $3000\text{ Pa}$  以下に設定されることになる。

#### 【0022】

前記した実施の形態によれば、次の効果が得られる。

#### 【0023】

1) ウエハを保持溝の保持面の中央部に突設した凸部によって保持面から浮き上げた状態で保持することにより、ボートの凸部とウエハの被保持面との間に摩擦が発生して先に被着された被膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルをボートの保持面によって受け止めることにより、パーティクルがウエハに落下するのを防止することができる。

#### 【0024】

2) ボートの凸部とウエハの被保持面との間に摩擦が発生して被膜が剥離したとしても、剥離によるパーティクルが直下のウエハにおける IC が作り込まれる面である上面に付着するのを防止することができるため、パーティクルの発生による IC の製造方法の歩留りの低下を防止することができる。

**【0025】**

3) ボートローディングステップにおける待機室および処理室の圧力を、200 Pa 以上で大気圧未満、好ましくは200 Pa 以上で3000 Pa 以下に設定することにより、ボートローディングステップから処理ステップへの以降に際しての圧力調整時間をスループットに影響を及ぼさない程度の時間とすることができるし、かつ、自然酸化膜の生成を十分に防止することができるため、スループットの低下を防止しつつ、自然酸化膜の生成を確実に防止することができる。

**【0026】**

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

**【0027】**

例えば、半導体装置の製造方法の成膜工程に限らず、酸化工程や拡散工程、酸化や拡散だけでなくイオン打ち込み後のキャリア活性化や平坦化のためのリフロー工程およびアニール工程等の熱処理 (thermal treatment) 工程全般に適用することができる。

**【0028】**

半導体装置の製造方法の特徴を実施する半導体製造装置は、アウトチューブとインナチューブとからなるプロセスチューブを備えたバッチ式縦形ホットウオール形減圧CVD装置に限らず、アウトチューブだけのプロセスチューブを備えたものや枚葉式CVD装置等の他のCVD装置、さらには、各種の熱処理工程を実施する熱処理装置 (furnace) であってもよい。

**【0029】**

前記実施の形態ではウエハに処理が施される場合について説明したが、処理対象はホトマスクやプリント配線基板、液晶パネル、コンパクトディスクおよび磁気ディスク等であってもよい。

**【0030】****【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、減圧下での基板の被保持面からのパーティクルによる歩留りの低下を防止することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本発明の一実施の形態である C V D 装置を示す正面断面図である。

**【図 2】**

ボートローディングステップ後の主要部を示しており、(a) は正面断面図、(b) は (a) の b 部の拡大断面図である。

**【図 3】**

ボートの保持溝を示す斜視図である。

**【図 4】**

保持面の形状とパーティクルの増加量との関係を示すグラフである。

**【図 5】**

パーティクルの分布図であり、(a) は凸部の無い場合を示しており、(b) は凸部の有る場合を示している。

**【符号の説明】**

1…ウエハ (基板)、2…ドーパドポリシリコン膜 (被膜)、11…プロセスチューブ、12…インナチューブ、13…アウトチューブ、14…処理室、15…炉口、16…マニホールド、17…排気管、18…排気路、19…ガス供給管、20…シールキャップ、21…ボート、22、23…端板、24…保持部材、25…保持溝、26…保持面、27…R 面取り部、28…凸部、30…ヒータユニット、31…筐体、32…ヒータユニット設置室、33…待機室、34…排気管、35…窒素ガス供給管、36…処理ガス。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**